



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
CONFÉDÉRATION SUISSE
CONFEDERAZIONE SVIZZERA

REC'D 24 FEB 1999
PCT

Bescheinigung

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

5

Attestation

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

Attestazione

Gli uniti documenti sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Bern, 23. Dez. 1998

Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren
Administration des brevets
Amministrazione dei brevetti

U. Kohler

de la Propriété Intellectuelle
Académie

Domanda di brevetto no 1998 0035/98

CERTIFICATO DI DEPOSITO (art. 46 cpv. 5 OBI)

L'Istituto Federale della Proprietà Intellettuale accusa ricevuta della domanda di brevetto svizzero specificata in basso.

Titolo:

Procedimento per il trattamento di materiali combustibili solidi e dispositivo per realizzare il procedimento.

Richiedente:

GREENPOWER Engineering & Technologies SA

6986 Curio

Mandatario:

Dipl.-Ing. Carlo Gaggini
Via Madonna della Salute 5
6900 Massagno

Data di deposito: 09.01.1998

Classificazione provvisoria: C10B



PROCEDIMENTO PER IL TRATTAMENTO DI MATERIALI COMBUSTIBILI SOLIDI E DISPOSITIVO PER REALIZZARE IL PROCEDIMENTO

La presente invenzione concerne un procedimento per il trattamento di materiali combustibili solidi secondo il preambolo della rivendicazione 1 ed un dispositivo per realizzare il procedimento secondo il preambolo della rivendicazione 6.

Sono noti nella pratica e nella letteratura brevettuale dei procedimenti per il trattamento di materiali combustibili solidi, ed in particolare della biomassa contaminata e dei rifiuti solidi urbani, mediante loro trasformazione in un gas di sintesi, del quale poi si recupera, in svariati modi, l'energia, ad esempio direttamente quale energia calorica oppure indirettamente mediante la produzione di energia elettrica.

Un simile procedimento è ad esempio descritto nei dettagli nella domanda di brevetto EP-0663433 A1, secondo la quale il combustibile viene dapprima compattato in un canale tubolare di forma preferibilmente circolare, quindi trattato termicamente con un processo di gassificazione o di pirolisi, con produzione di gas di sintesi nel canale tubolare e nel quale infine il materiale carbonizzato, dopo il suddetto processo termico, viene sottoposto ad una combustione completa all'uscita del canale in un gassogeno a controcorrente. In questa soluzione nota le scorie vengono separate solo dopo la combustione completa nel gassogeno a controcorrente, grazie al fatto che le stesse si raccolgono sul fondo di questo gassogeno, cadendo poi in un letto d'acqua che ha pure la funzione di tampone di chiusura per impedire gli scambi gassosi tra il gassogeno e l'ambiente esterno.

Questa soluzione nota presenta ancora due svantaggi principali, che sono da un lato il fatto che è molto difficile realizzare una camera di gassificazione sufficientemente estesa, tale da permettere la completazione della necessaria operazione

di gassificazione, consistente nella trasformazione del CO_2 , sviluppato nella combustione parziale di una parte del materiale, nel gas di sintesi CO , che è lo scopo del trovato. Infatti la camera di gassificazione di forma anulare dovrebbe, per soddisfare allo scopo, assumere una lunghezza eccessiva, causando problemi costruttivi non indifferenti, se non insormontabili. Un altro svantaggio è poi dato dal fatto che le scorie vengono separate ed estratte solo dopo la combustione completa del materiale nel gassogeno a controcorrente, ossia che le stesse inquinano tutte le fasi del processo di gassificazione. E' evidente che si ha tutto l'interesse a separare le scorie dal combustibile il più presto possibile, così da poter realizzare delle fasi di lavoro più facilmente pilotabili o almeno controllabili.

Secondo un'altra soluzione nota di gassogeno ad equicorrente, pubblicata quale domanda di brevetto europeo No. EP-0565935 A1, è noto un gassogeno verticale ad equicorrente che comprende una zona di combustione di una parte del materiale, di forma anulare, nella quale il comburente viene alimentato sul lato interno e/o esterno ed una camera di gassificazione del restante materiale, pure verticale e disposta sopra e dopo la zona di combustione nel senso di spostamento del materiale.

Questa soluzione offre bensì condizioni di gassificazione ottimali, in quanto permette la realizzazione di camere di gassificazione di grandezza praticamente illimitata e tale comunque da garantire la trasformazione completa del CO_2 prodotto in CO . Inoltre questa soluzione presenta anche il riciclaggio del materiale che ha subito l'operazione di gassificazione senza tuttavia trasformarsi completamente in gas di sintesi. Tale riciclaggio consiste nel fatto che il materiale suddetto tracima lateralmente al termine della camera di gassificazione e ricade lateralmente, all'interno del gassogeno, per mescolarsi più in basso con il materiale fresco. Tuttavia questa soluzione non può venir impiegata per la gassificazione di materiali

combustibili solidi produttori, nella combustione, delle scorie, quali la biomassa contaminata ed i rifiuti solidi urbani, poiché essa manca di qualsiasi dispositivo per separare, estrarre e purificare le scorie, le quali dunque rimarrebbero nel gassogeno e lo intaserebbero.

Scopo della presente invenzione è dunque quello di proporre un procedimento ed un dispositivo in grado di eliminare gli svantaggi succitati dello Stato della Tecnica e di garantire condizioni di trattamento dei materiali combustibili solidi producendo scorie, in particolare biomasse contaminate e rifiuti solidi urbani, ottimali, intendendo con questa espressione delle condizioni soddisfacenti a tutte le prescrizioni vigenti in fatto di protezione dell'aria e dell'acqua e perfettamente controllabili e pilotabili, così da permettere il funzionamento ininterrotto dell'impianto su lunghi intervalli di tempo.

Questi scopi vengono raggiunti con un procedimento per il trattamento di materiali combustibili solidi, comprendenti una operazione di gassificazione del materiale in un gassogeno ad equicorrente, conformemente al preambolo della rivendicazione 1 e come noto dalla EP-0663433 A1, caratterizzato dalla parte caratterizzante della rivendicazione 1, nonché con un dispositivo per realizzare il procedimento conforme al preambolo della rivendicazione 7 e caratterizzato dalla parte caratterizzante della rivendicazione 6.

Le rivendicazioni dipendenti da 2 a 6 concernono poi delle forme preferite del procedimento inventivo, così come le rivendicazioni dipendenti da 8 a 11 sono delle forme di realizzazione preferite del dispositivo per realizzare il procedimento inventivo, i cui vantaggi risulteranno più chiari dalla descrizione che segue di una forma preferita di realizzazione dell'invenzione.

L'invenzione verrà ora descritta più nei dettagli con l'aiuto di un esempio di dispositivo che la realizza, rappresentato schematicamente nella Fig. 1.

Descrizione generale dell'invenzione

L'invenzione è composta da due elementi principali:

- un gassogeno verticale ad equicorrente 1, corrispondente, nelle sue componenti principali, a quelle descritte nella EP-0565935 A1 cui qui si fa riferimento specificatamente.
- un sistema di separazione, estrazione delle "scorie" 2 presenti all'interno del gassogeno, abbinato ad un apparecchio 3, geometricamente separato, di purificazione delle stesse.

Per "scoria" si intendono tutte quelle sostanze che sono contenute nel combustibile d'alimentazione del gassogeno e che non sono combustibili e quindi nemmeno gassificabili. La percentuale in massa di scoria nel combustibile può variare in un largo spettro: indicativamente nell'intervallo 0 - 50%.

Queste scorie possono provenire direttamente dall'estrazione eseguita all'interno del gassogeno 1 o fare parte delle polveri trattenute nei diversi moduli di purificazione del gas di sintesi (filtri a ciclone 4, filtri a tessuto, filtri elettrostatici). Questo materiale ad alto tenore in scoria viene convogliato, tramite un opportuno condotto, all'apparecchio di purificazione 3 detto anche camera di scorifica. In questa camera il materiale viene opportunamente trattato in maniera da ottenere come prodotto un materiale composto esclusivamente da inerti.

Il condotto di raccordo 5 tra gassogeno e camera di scorifica è dotato di un adeguato sistema di trasporto del materiale. In particolare si possono utilizzare, in funzione del posizionamento geometrico dei due elementi principali, coclee oriz-

zontali 6 od oblique oppure dei semplici scivoli inclinati (vibranti o meno).

Il gassogeno inventivo è del tipo a letto ricircolante, con i flussi di gas e materia solida a equicorrente e diretti verticalmente. Il calore necessario al processo è fornito tramite combustione di una frazione ben determinata del combustibile alimentato. Il comburente necessario alla combustione parziale può essere a seconda dei casi aria, aria arricchita con ossigeno, o ossigeno puro. In ogni caso, soprattutto se viene usata aria, il comburente viene preriscaldato fino a temperature superiori ai 400°C utilizzando parte del calore sensibile contenuto nel gas di sintesi che esce ad alta temperatura dal gassogeno 1 (650-700°C). Il preriscaldamento permette di aumentare il PCI del gas migliorando nel contempo la combustione.

Se necessario, per aumentare la sintesi di molecole di gas ad alto contenuto di idrogeno (H_2 , idrocarburi), è possibile utilizzare una miscela di comburente e vapore d'acqua surriscaldato.

Il gassogeno può lavorare sia a pressione atmosferica sia a pressioni più elevate, dell'ordine di alcune decine di bar, in maniera da favorire la sintesi di idrocarburi (CH_4 in particolare).

Il combustibile proveniente dalla coclea d'alimentazione del materiale fresco 7 viene miscelato al carbone residuo della gassificazione proveniente dalla tubazione 8 per essere in seguito spinto all'interno del gassogeno tramite la coclea iniettrice 9. All'interno del gassogeno 1 la coclea verticale 10 si incarica di ripartire la miscela ottenuta su un'ampia superficie anulare di piccolo spessore. Questa coclea ha anche lo scopo di elevare la miscela fino alla zona di combustione 11.

Fino a questo momento i flussi considerati subiscono solo delle operazioni fisiche. Le reazioni chimiche iniziano al momento in cui il materiale giunge nelle immediate vicinanze della zona di combustione anulare 11. L'atmosfera ossidante necessaria alla combustione viene creata dall'insufflaggio di comburente dall'esterno e

dall'interno della zona anulare 11. La camera di combustione 11 può essere interamente costruita in metallo resistente alle alte temperature o possedere delle componenti in ceramica o materiale refrattario in grado di assicurare un'elevata durata di vita, soprattutto nel caso di utilizzo di ossigeno puro quale comburente del processo. Le componenti in ceramica, o materiale simile, permettono inoltre di aumentare la temperatura del processo riducendo le perdite termiche per conduzione nelle pareti metalliche. Ciò favorisce il processo di gassificazione.

Sotto l'effetto dell'alta temperatura, favorita anche dalla concentrazione fisica della combustione, e dell'atmosfera ossidante che regna in questa zona, il materiale subisce una serie di reazioni chimiche che portano alla formazione di gas e carbone (principalmente reazioni di pirolisi e combustione). Il gas e il carbone così formati si dirigono poi verso la sommità della camera di gassificazione 12 attraversando il letto di carbone 13 qui presente. Durante il loro passaggio gas di pirolisi-combustione e carbone interagiscono fisicamente e chimicamente fino ad ottenere come prodotti finali il gas di sintesi propriamente detto e il carbone residuo che non ha reagito. Il gas di sintesi esce dal letto di carbone 13 raccolto dalla camera di calma 14 (con lo scopo di uniformare l'estrazione del gas e decantare parte del particolato in sospensione) che a sua volta converge nel condotto d'uscita del gas 15. Il carbone residuo invece viene raccolto per gravità nel condotto 8 per subire un nuovo ciclo di gassificazione.

Parte delle scorie contenute nel combustibile vengono estratte attraverso il condotto 5 per poi essere elaborate separatamente nella camera di scorifica 3.

L'albero centrale nella camera di gassificazione, solidale con la rotazione della coclea verticale, è provvisto nella parte superiore ed inferiore di pale 16 e 17 avente la funzione di distributori del materiale.

Le pale inferiori 16 sono disposte a mo' di turbina, formando dunque un angolo tra

la loro superficie e la verticale. Con la rotazione dell'albero queste pale 16 e 17 hanno la tendenza a spingere il materiale circostante verso l'alto, creando una piccola nicchia vuota sulla parte inferiore e su tutta la lunghezza delle pale. Questo spazio vuoto viene invaso dal gas formato dalla combustione e pirolisi sottostante il quale, non trovando particolare resistenza, si distribuisce radialmente su tutta la superficie. Queste pale 16 e 17 hanno dunque lo scopo di ripartire il gas di pirolisi e di combustione su tutta la superficie della camera 12 e, siccome esiste un movimento relativo tra pale e materiale, permettono inoltre di evitare la formazione di canali preferenziali di passaggio del gas. Come vedremo in seguito, le pale 16 hanno anche la funzione di favorire la separazione tra il carbone e le scorie inerti in maniera da ridurre la quantità di materiale da trattare nella camera di scorifica 3. Le pale superiori 17 sono disposte orizzontalmente e hanno il solo scopo di convogliare il carbone eccedente verso la bocca di ricircolo 18.

Definizione dei flussi interni al gassogeno

Durante il funzionamento dell'impianto è necessario rispettare ad ogni momento la gerarchia delle portate teoriche delle diverse coclee:

portata teorica coclea verticale 10 > portata teorica coclea iniettrice 9 > portata coclea alimentazione 7
--

Le portate della coclea verticale 10 e iniettrice 9 sono solo teoriche in quanto ad esempio la coclea verticale 10 porterà ad ogni momento solo quanto riceve dalla coclea iniettrice 9. In questo caso avremo dunque la portata della coclea verticale 10 uguale alla portata della coclea iniettrice 9. Alla stessa maniera la coclea iniettrice 9 porterà in ogni momento solamente la portata della coclea d'alimentazione

7 sommata alla portata del carbone di ricircolo. Il bilanciamento delle portate reali è possibile a causa della variazione del rendimento delle stesse.

Questa gerarchia è imposta onde ovviare a problemi di otturamenti tra le diverse codee con conseguenze nefaste per la meccanica e il funzionamento dell'impianto.

Particolarità importante del gassogeno inventivo è il ricircolo del carbone che non ha reagito durante la gassificazione. Da notare che il ricircolo di parte del carbone viene già attuato nei gassogeni secondo la succitata EP-0565935 A1 ed anche in quelli detti a letto trascinato, ma questi si distinguono sostanzialmente dal ricircolo inventivo a causa della differenza sostanziale tra i letti delle due configurazioni.

I vantaggi del ricircolo sono molteplici:

- il carbone ricircolante (di composizione chimico-fisica abbastanza omogenea), miscelandosi con il combustibile fresco prima di entrare nel gassogeno, permette di rendere più omogenee le caratteristiche fisiche e chimiche del materiale che giunge in zona di combustione, rendendo quest'ultima più stabile.
- il carbone ricircolante che giunge in zona di combustione, essendo secco, caldo e di granulometria limitata, tende a bruciare prima del combustibile fresco con il quale si trova miscelato. Ciò permette di economizzare parte del gas di pirolisi che si sviluppa dal combustibile fresco e che altrimenti verrebbe bruciato in questa zona ricca di ossigeno.
- il carbone agisce come filtro e catalizzatore a riguardo di diverse sostanze, tra le quali troviamo anche i catrami. Il fatto di avere un letto in circolazione permette, ad ogni passaggio attraverso la zona di combustione, di rigenerare le specifiche proprietà del carbone che altrimenti andrebbero progressivamente perse.

- nella camera di gassificazione 12 troviamo un letto composto principalmente da carbone e da sostanze inerti. Queste ultime vengono estratte dal gassogeno tramite un appropriato sistema. Siccome quest'ultimo non è in grado di estrarre la totalità degli inerti, la presenza del ricircolo permette di evitare che queste si accumulino all'interno del letto. Ciò diminuirebbe progressivamente la quantità di carbone che può reagire e di conseguenza anche l'efficacia delle reazioni di gassificazione. Il ricircolo permette dunque di riportare gli inerti in prossimità della bocca d'estrazione delle scorie 19 mantenendo il loro tasso all'interno del letto di carbone costante.

La quantità di carbone ricircolante viene regolata agendo sul rapporto delle portate tra coclea d'alimentazione 7 e coclea iniettrice 9. Più la portata della coclea iniettrice 9 è elevata rispetto alla portata della coclea d'alimentazione 7 e più carbone verrà ricircolato. Di conseguenza il materiale che giunge in zona di combustione avrà un tasso più elevato di carbone e un tasso inferiore di combustibile fresco.

La potenza sviluppata dal gassogeno viene regolata agendo sulla portata di comburente iniettato. L'aumento della portata di comburente aumenta la potenza in uscita generata dal gassogeno, mentre la diminuzione di portata ne diminuisce la potenza.

Chiaramente ad una variazione di potenza del gassogeno deve corrispondere anche una variazione nello stesso senso della portata di combustibile, che si traduce conseguentemente in una variazione della portata della coclea d'alimentazione 7.

Da notare che la coclea d'alimentazione 7 non viene direttamente controllata dall'operatore, ma è gestita dal detettore di livello posizionato alla sommità del letto di carbone (non mostrato). Questo si incarica di mantenere il livello di carbone ad una altezza sempre lievemente superiore all'altezza della bocca di ricircolo.

La camera di scorifica 3

La prima fase del processo d'estrazione delle sostanze inerti o scorie contenute nel combustibile utilizzato avviene all'interno del gassogeno 1 e più precisamente sul fondo della camera di gassificazione 12. Utilizzando il movimento relativo tra le pale inferiori 16 e il materiale si ottiene una sorta di rimescolamento del materiale. Sfruttando la differenza di densità specifica e di granulometria tra carbone e scoria otteniamo il deposito ("decantazione") di queste ultime sul fondo della camera 12. Il moto rotatorio delle pale 16 spinge in seguito la scoria verso la bocca di estrazione 19 dove vengono poi allontanate.

Il gassogeno 1 e la camera di gassificazione 12 sono due apparecchiature fisicamente ben distinte. Le comunicazioni tra i due avvengono a livello di materiale estratto dal gassogeno 1 e trasportato nella camera di scorifica 3 e a livello di gas di combustione generati nella camera di scorifica 3 e reimmessi nella camera di gassificazione 12 del gassogeno 1.

Il trasporto del materiale può avvenire tramite coclea 6 orizzontale o obliqua, per caduta in una condotta inclinata o tramite un qualsiasi altro sistema di trasporto in grado di lavorare ad alta temperatura e che nel contempo possa garantire la completa ermeticità.

Durante il tragitto tra gassogeno 1 e camera di scorifica 3, è possibile prevedere preferibilmente dei raccordi con altri sistemi di trasporto 20 i quali convogliano ad esempio anche le polveri provenienti dall'impianto di filtraggio del gas. Così facendo è possibile ridurre le emissioni solide del gassogeno 1 ai soli inerti uscenti dalla camera di scorifica 3.

Principio di funzionamento della camera di scorifica

Il materiale che giunge nella camera di scorifica 3 è composto da una frazione importante di sostanza inerte e da una frazione meno importante di carbone che inevitabilmente viene trascinata con la scoria.

Lo scopo della camera di scorifica 3 è di purificare questa miscela eterogenea in maniera da avere alla sua uscita un flusso composto esclusivamente da scoria.

Questo permette di:

- mantenere elevato il rendimento globale dell'impianto evitando le perdite energetiche legate all'energia chimica contenuta nel carbone che altrimenti andrebbe perso
- diminuire al minimo la quantità di scoria prodotta dal gassogeno

La purificazione della scoria avviene insufflando nella camera di scorifica 3 una quantità calibrata di ossigeno (sottoforma di aria, aria arricchita o ossigeno puro) in maniera da bruciare completamente il carbone presente. L'ossigeno può provenire da una derivazione del circuito dell'aria primaria del gassogeno o provenire da un circuito aeraulico completamente autonomo. Il gas prodotto dalla combustione del materiale, composto quasi esclusivamente da CO_2 , una frazione di CO ed eventualmente N_2 (utilizzando aria quale comburente), viene in seguito ad esempio aggiunto, mediante la tubazione 21, al comburente impiegato per la combustione di una parte del materiale in maniera da essere parzialmente riconvertito in CO sfruttando nel contempo le caratteristiche "purificatrici" del letto di carbone. Onde evitare di disturbare la composizione del gas di sintesi prodotto dal gassogeno 1, inserendo ad esempio quantità eccessive e non necessarie di ossigeno ed azoto,

ed evitare di estrarre dalla camera di scorifica 3 del materiale ancora contenente carbone, è necessario che il comburente insufflato nella camera di scorifica sia nelle proporzioni il più possibile stechiometriche.

Il materiale composto da carbone e residuo inerte, proveniente dal gassogeno 1 tramite il condotto 5 e/o i sistemi di filtraggio 4 del gas di sintesi prodotto tramite il condotto 22 giungono alla camera di scorifica 3 tramite la coclea 6. Questo materiale viene in seguito prelevato dalla coclea 23 (la quale ha una portata teoricamente superiore alla coclea 6) che lo porta fino alla zona di combustione anulare 24 dove, a causa dell'insufflaggio di aria sulla circonferenza esterna e delle alte temperature, abbiamo la combustione del carbone. La combustione può proseguire se necessario fino alla camera di distribuzione 25. La zona 24 e la camera 25 possono essere costruite in metallo resistente alle alte temperature o in ceramica o materiale refrattario.

I gas di combustione vengono estratti attraverso la tubazione 21 che si incarica di reimmetterli in camera di gassificazione 12. La scoria esausta viene invece convogliata, ad opera dei bracci 26 fissati alla sommità della coclea 23, in corrispondenza del canale 27 e da qui cadrà in un serbatoio di stoccaggio 28. Si noti che il comburente necessario alla combustione nella camera di scorifica 3 può essere riscaldato nello scambiatore di calore 29 sfruttando il calore sensibile contenuto nelle scorie calde. Così facendo le scorie vengono raffreddate limitando i problemi di riscaldamento del sistema di stoccaggio posto a valle e aumentando il rendimento globale dell'impianto. Gli eventuali sensori per la regolazione del processo sono posizionati all'imbocco del canale 21.

Si noti poi che la portata di materiale estratto dal gassogeno determina il tasso in scoria che si ha nel letto di carbone: più la portata è elevata e meno scoria ci sarà nella camera di gassificazione 12. All'opposto è però anche vero che più la portata

di materiale estratto è elevata, più la composizione del materiale sarà a favore del carbone.

La gestione più semplice della camera di scorifica 3 consiste nell'impostare un valore fisso di portata della coclea 6 e il relativo valore della portata di comburente in maniera da avvicinarsi alla stechiometria. Questi valori possono essere determinati grazie a prove sull'impianto in funzione ed affinati grazie alla pratica operativa.

Un'altra maniera, più precisa ma che necessita di adeguati sensori, di gestire la camera di scorifica 3 consiste nell'azione sulla portata di comburente insufflato. A questa portata corrisponde infatti, al fine di rispettare la stechiometria della combustione, una portata di carbone. La portata di materiale, contenente anche la scoria, è dunque determinata in funzione della portata di comburente imposta e del tasso di carbone nel materiale.

La stechiometria della combustione può essere valutata principalmente in due maniere: analisi del tenore in O_2 nei gas di combustione e/o analisi della temperatura dei fumi di combustione.

Tramite l'analisi della presenza o meno di ossigeno nei fumi è possibile risalire ad una mancanza o eccesso di combustibile e dunque ad una portata della coclea 6 insufficiente o eccessiva.

La gestione tramite analisi della temperatura dei fumi richiede preventivamente delle prove sull'impianto funzionante, in maniera da determinare il valore della temperatura in funzione di eccessi o difetti di portata del materiale da purificare. Una volta fatto ciò è sufficiente comparare la temperatura reale dei fumi con la tavola dei valori sperimentali per capire quali modifiche della portata della coclea è necessario attuare.

Riassumendo, i punti più importanti della presente invenzione possono venir così

descritti:

a) per ciò che concerne il gassogeno 1 vero e proprio:

- flusso ricircolante di parte del letto di carbone
- il carbone ricircolante viene miscelato al combustibile fresco prima di giungere nella zona di combustione 11
- il ricircolo avviene esternamente alla struttura principale del gassogeno 1
- il tasso di ricircolo come anche la portata di materiale che transita dalla zona di combustione 11 viene gestito agendo sulla portata della coclea iniettrice 9. La coclea verticale 10 deve solo portare tutto quanto riceve.
- la potenza dell'impianto viene regolata modificando la portata di comburente primario. Il consumo di combustibile viene regolato agendo sulla portata della coclea d'alimentazione
- sono presenti delle pale solidali 16 con l'albero centrale 30 disposte "a turbina" con lo scopo di distribuire omogeneamente il gas di combustione e pirolisi su tutta la superficie del letto e evitare la formazione di canali preferenziali di passaggio del gas attraverso il letto. Queste pale 16 vengono usate anche per "decantare" le sostanze inerti presenti nel combustibile, facendole depositare sul fondo della camera di gassificazione e spingendole in direzione della bocca d'estrazione 19 delle stesse.
- possibile inserimento di elementi in ceramica o materiale simile nelle zone "calde" per aumentare la temperatura di processo, migliorare la gassificazione e aumentare la durata di vita di tali zone.

b) per ciò che concerne la camera di scorifica 3:

- essa è fisicamente separata dal gassogeno 1 con il quale è in comunicazione

attraverso la coclea d'estrazione delle scorie 6 e il condotto 21 d'insufflaggio del gas di combustione

- può trattare i flussi ad alto tenore in scoria provenienti da gassogeno 1 e dal sistema di filtri del gas di sintesi 4 mediante più raccordi 5, 22 sul condotto d'estrazione delle ceneri 6
- permette di ottenere un residuo solido composto unicamente da sostanze inerti, riducendone al minimo la quantità e migliorando il rendimento globale dell'impianto
- non genera emissioni in quanto i fumi di combustione vengono aggiunti al comburente e dunque reimmessi nella camera di combustione 11 dove possono ancora partecipare alle reazioni chimiche specifiche e trarre beneficio delle proprietà "purificatrici" del letto di carbone
- possibilità di fare le camere di combustione 11 o 24 in ceramica o materiale simile.

Il procedimento ed il dispositivo inventivi trovano applicazione per il trattamento termico di tutte le sostanze organiche, nel senso largo del termine (incluso oltre alle sostanze di origine naturale anche le sostanze di origine chimica quali i diversi idrocarburi, le plastiche, la gomma, ...), contenenti anche quantità rilevanti di sostanze inerti e dunque incombustibili (fino al 50%). La particolare conformazione meccanica permette di trattare combustibili di molteplici pezzature e conformazioni. In particolare essi sono adatti all'uso di polveri, sminuzzate, bricchette, pellets con granulometria o pezzatura limitata esclusivamente dalla capacità meccanica di trasporto.

Il prodotto ottenuto è un gas detto "povero" di composizione chimica e portata dipendente dal combustibile usato. Molteplici gli impieghi:

- combustione diretta per produrre calore utilizzabile per il riscaldamento di aria, acqua o altro fluido d'interesse
- combustione diretta per produrre vapore surriscaldato utilizzabile per il funzionamento di una adeguata turbina nell'ambito di un ciclo a vapore finalizzato alla produzione di energia elettrica
- funzionamento di una turbina a gas per produzione di energia meccanica e/o elettrica con la possibilità di abbinare una turbina a vapore nell'ottica di un ciclo combinato ad alto rendimento termodinamico o più semplicemente di cogenerare calore utilizzabile ad esempio per il teleriscaldamento
- funzionamento di un motore a combustione interna per produzione di energia meccanica e/o elettrica con possibilità di cogenerazione di calore
- utilizzo del gas quale sostanza di partenza nell'industria chimica (sintesi dell'ammoniaca, metanolo, ...)

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per il trattamento di materiali combustibili solidi, quali biomassa contaminata e rifiuti solidi urbani e loro trasformazione in un gas di sintesi, comprendente una operazione di gassificazione del materiale in un gassogeno ad equicorrente, costituita dalla combustione di una parte del materiale mediante un comburente e dallo sfruttamento del calore sviluppato in questa combustione per gassificare il restante materiale, ed una operazione di separazione, estrazione e purificazione delle scorie,
caratterizzato dal fatto che
 - le scorie vengono separate ed estratte dal materiale dopo che questo è stato sottoposto all'operazione di combustione di una sua parte e prima che esso venga gassificato e che esse vengono poi purificate e raccolte dopo che da esse è stata eliminata, tramite combustione completa, qualsiasi traccia di materiale combustibile rimanente,
 - il materiale che ha subito la operazione di gassificazione, senza tuttavia trasformarsi completamente in gas (CO), viene fatto ricircolare aggiungendolo al materiale fresco prima che questo venga sottoposto alla combustione.
2. Procedimento per il trattamento di materiali combustibili solidi secondo la rivendicazione 1,
caratterizzato dal fatto che
 - i gas di combustione, in particolare il CO₂, sviluppati durante la purificazione delle scorie, vengono aggiunti al comburente impiegato per la combustione di una parte del materiale.
3. Procedimento per il trattamento di materiali combustibili solidi secondo la rivendicazione 1,

caratterizzato dal fatto che

quale comburente viene usata aria, o aria arricchita con ossigeno o ossigeno puro e che esso viene preriscaldato ad una temperatura maggiore di 400°C, utilizzando parte del calore sensibile contenuto nel gas di sintesi che esce ad alta temperatura dal gassogeno, prima di portarlo ad alimentare la combustione di una parte del materiale.

4. Procedimento per il trattamento di materiali combustibili solidi secondo la rivendicazione 1 o 3,

caratterizzato dal fatto che

quale comburente viene usata una miscela di comburente e vapore d'acqua surriscaldato.

5. Procedimento per il trattamento di materiali combustibili solidi secondo la rivendicazione 1 a 3

caratterizzato dal fatto che

il comburente viene alimentato nel gassogeno in pressione

6. Procedimento per il trattamento di materiali combustibili solidi secondo la rivendicazione 1,

caratterizzato dal fatto che

alle scorie, tra la loro separazione ed estrazione e la loro purificazione, vengono aggiunte, per far loro subire lo stesso trattamento di purificazione, le polveri dei filtri recuperate dal filtraggio dei gas di sintesi.

7. Dispositivo per realizzare il procedimento secondo la rivendicazione 1, con un gassogeno verticale ad equicorrente (1) comprendente una zona di combustione (11) di una parte del materiale, di forma anulare, nella quale il comburente viene alimentato sul lato interno e/o esteno ed una camera di gassificazione (12) del restante materiale, pure verticale e disposta sopra e dopo la zona di combustione (11) nel senso di spostamento del materiale

caratterizzato dal fatto che

- il pavimento della camera di gassificazione (12) presenta un dispositivo (16, 19, 5, 6) di separazione ed estrazione delle scorie comprendente un'apertura (19) che alimenta le scorie ed il materiale combustibile di accompagnamento, tramite un canale di alimentazione (6), ad una camera di scorifica (3) nella quale il materiale combustibile di accompagnamento viene totalmente bruciato e trasformato in CO₂ mentre le scorie vengono raccolte, dopo la purificazione, in un serbatoio delle scorie (28)

- alla estremità superiore della camera di gassificazione (12) è previsto un dispositivo di ricircolazione (17, 18, 8) del materiale che ha subito l'operazione di gassificazione senza tuttavia trasformarsi completamente in gas di sintesi (CO) costituito da un distributore ruotante del materiale a forma di pale (17) che trasporta il materiale circolante ad un'apertura d'uscita dello stesso (18) alla quale è collegata una tubazione (8) che alimenta il materiale circolante in una conduttura (7) di alimentazione del materiale fresco, nella quale il materiale fresco viene mescolato con quello ricircolante prima di venire addotto, quale miscela di combustibile, al gassogeno (1).

8. Dispositivo secondo la rivendicazione 7,

caratterizzato dal fatto che

il gassogeno verticale ad equicorrente (1) comprende una coclea verticale ruotante (10) alimentante il materiale dal basso verso l'alto nella zona di combustione anulare (11).

9. Dispositivo secondo la rivendicazione 7 e la rivendicazione 8,

caratterizzato dal fatto che

il dispositivo di ricircolazione (17, 18, 8) del materiale alimenta il materiale ricircolante in una conduttura di alimentazione (7) del materiale fresco provvista di una prima coclea essenzialmente orizzontale, dove il materiale fresco viene

mescolato con quello ricircolante e che a sua volta alimenta la mescola di materiale fresco e materiale circolante, quale combustibile, alla coclea verticale (10) del gassogeno (1) tramite una seconda coclea (9) essenzialmente orizzontale sboccante nel mantello verticale della coclea verticale (10) del gassogeno (1).

10. Dispositivo secondo la rivendicazione 7,

caratterizzato dal fatto che

il dispositivo di separazione ed estrazione delle scorie (16, 19, 5, 6) comprende un elemento (16) di distribuzione, trasporto ed aerazione del materiale che si raccoglie sul pavimento della camera di gassificazione (12) avente la forma di una o più pale orizzontali (16) ruotanti attorno ad un asse di simmetria verticale del gassogeno (1), la cui sezione è inclinata rispetto al piano del pavimento così da lasciare libera dietro di sé una camera radiale su tutta la lunghezza delle pale (16), la cui funzione è quella di distribuire il gas di combustione regolarmente su tutta la sezione della camera di gassificazione (12) ed impedire la formazione di canali di passaggio preferenziali per il gas.

11. Dispositivo secondo la rivendicazione 7,

caratterizzato dal fatto che

la camera di scorifica (3) comprende una coclea verticale (23) ruotante alimentata dalle scorie e dal materiale combustibile di accompagnamento mediante una coclea (6) essenzialmente orizzontale sboccante nel mantello verticale della coclea (23) della camera di scorifica (3) e che la purificazione delle scorie avviene per combustione del materiale combustibile di accompagnamento in una camera di combustione anulare (24) situata nella parte superiore della coclea (23) della camera di scorifica (3) ed alimentata con comburente in almeno una delle periferie anulari della camera di combustione.

ESTRATTO

L'invenzione concerne un procedimento per il trattamento di materiali combustibili solidi, quali biomasse contaminate e rifiuti solidi urbani, allo scopo di trasformarli in gas di sintesi tramite gassificazione e sfruttamento dell'energia contenuta nei combustibili.

Secondo il procedimento il combustibile viene gassificato in un gassogeno ad equicorrente (1), mentre le scorie vengono separate, estratte e purificate dopo che il materiale è stato sottoposto all'operazione di combustione di una sua parte e prima che esso venga gassificato. La purificazione delle scorie avviene tramite loro combustione completa, mentre il materiale che ha subito l'operazione di gassificazione senza però trasformarsi completamente in CO viene fatto ricircolare, aggiungendolo al materiale fresco.

Il dispositivo per realizzare il procedimento comprende un gassogeno verticale ad equicorrente (1) ed un dispositivo di separazione ed estrazione delle scorie (16, 19, 5, 6) nonché una camera di scorifica (3) nella quale le scorie vengono purificate dal materiale combustibile di accompagnamento mediante combustione completa e poi raccolte in un serbatoio delle scorie (28).

Il procedimento ed il dispositivo permettono di realizzare la gassificazione completa di materiali combustibili solidi anche contenenti alte percentuali di scorie, e ciò con la osservanza di tutte le più severe prescrizioni relative alla protezione dell'aria e dell'acqua ed in esercizio continuato.

Fig. 1

Elenco delle figure

1. Gassogeno verticale ad equicorrente
2. Sistema di separazione ed estrazione delle scorie
3. Apparecchio di purificazione delle scorie o camera di scorifera
4. Filtro a ciclone
5. Condotto di raccordo
6. Coclea orizzontale di alimentazione della camera di scorifica
7. Coclea di alimentazione del materiale fresco
8. Tubazione
9. Coclea iniettrice
10. Coclea verticale
11. Zona di combustione
12. Camera di gassificazione
13. Letto di carbone
14. Camera di calma
15. Condotto d'uscita del gas
16. Pale inferiori o distributore ruotante
17. Pale superiori o distributore ruotante
18. Bocca
19. Bocca di estrazione delle scorie
20. Sistema di trasporto
21. Tubazione o condotto
22. Condotto di raccordo
23. Coclea della camera di scorifica

- 24. Zona di combustione anulare
- 25. Camera di distribuzione
- 26. Braccio
- 27. Canale
- 28. Serbatoio di stoccaggio
- 29. Scambiatore di calore
- 30. Albero centrale

